



# 逆想起を用いた形態学的連想記憶モデルに関する研究

|        |   |
|--------|---|
| 著者     | 原田 秀隆   |
| 発行年    | 2015-03-25  |
| 学位授与番号 | 17104甲生工第241号   |
| URL    | <a href="http://hdl.handle.net/10228/5353">http://hdl.handle.net/10228/5353</a> |

|           |                          |
|-----------|--------------------------|
| 氏名・（本籍）   | 原田 秀隆（ 熊本県 ）             |
| 学 位 の 種 類 | 博 士（ 工 学 ）               |
| 学 位 記 番 号 | 生工博甲第241号                |
| 学位授与の日付   | 平成27年3月25日               |
| 学位授与の条件   | 学位規則第4条第1項該当             |
| 学位論文題目    | 逆想起を用いた形態学的連想記憶モデルに関する研究 |
| 論文審査委員会   | 委員長      教 授      夏目 季代久 |
|           | "      栗生 修司             |
|           | "      森江 隆              |
|           | "      古川 徹生             |
|           | "      石井 和男             |

## 学 位 論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、連想記憶モデルの一種である形態学的連想記憶モデル（Morphological Associative Memory, 以下 MAM と省略する）を対象に、“逆想起”という新たな想起方法を提案している。

MAM は、従来の連想記憶モデルと比較して、一回の計算で想起できる、記憶容量が大きいという特長を持っている。一方、ノイズに頑健な想起のために必要不可欠な核パターンの設計が非常に困難である、核パターン上にノイズが付加されると正しく想起できなくなる、包含パターンは原理的に記録不可能、等の欠点を持つ。本論文は、これらの問題に対し、逆想起を含む種々の方法を提案する事で解決している。

本論文の構成は以下のとおりである。

第1章は序論であり、MAM に関する概説とその問題点に言及すると共に、その解決に必要な提案手法の研究目標設定に至った経緯とその成果の概要について述べられている。

第2章では連想記憶モデルについて述べられている。ここでは、連想記憶モデルの歴史について解説されている。また、代表的な連想記憶モデルとしてホップフィールドネットワークについて述べられている。さらに、本論文が取り上げている MAM について、その数学的な基礎からノイズへの頑健性と記憶配列との関連などについて解説がなされている。

第3章では記録パターンから独立した核パターンを用いた MAM について述べられている。提案手法は、核パターンを記録パターンに依存せず構成できる、記録パターン群に包含関係がない場合は入力パターンが必ず記録パターンの一つに分類されるという特長を持つ。これにより、MAM の核パターンの設計性を格段に向上させると共に、ノイズ耐性も向上されることを実験により示されている。さらに、そのハードウェアアーキテクチャを提案し、Xilinx XC3S1500 FPGA を用いて 40MHz で動作させた場合、3GHz で動作する CPU に比べて約

104 倍の高速化が図れることが示されている。

第 4 章では逆想起を用いた MAM について述べられている。MAM はアルファベットの C と G のような、片方のパターンにもう片方が完全に包含されてしまうパターンを正しく想起することが原理的に不可能であった。提案手法では、前章で提案された記銘パターンから独立した核パターンを用いた MAM において包含パターンを想起させた場合、包含関係にあるパターンの数だけ核パターンに反応が出る点に着目し、この核パターンを分解して用いて、通常とは逆方向に MAM を想起させることで、包含関係にあるパターン群が得られることを示している。得られたパターン群と入力パターンのハミング距離を演算し、尤もらしいパターンに対応する核パターンのみを用いて再度 MAM を順方向に想起させることで、正しい結果を想起可能なことを示している。包含パターンはノイズが無い場合でも想起率を大幅に減少させる要因であったため、逆想起は MAM の想起率改善に大きく貢献するものであり、論文では実験によりその効果が明確に示されている。さらに、演算の簡略化に関する工夫が示されており、単純化した逆想起を用いた MAM のハードウェアアーキテクチャが提案されている。Xilinx XC5VSX95T FPGA を用いて 200MHz で提案アーキテクチャを動作させた場合、2.8GHz で動作する CPU に比べて約 280 倍の高速化が図れることが示されている。

第 5 章では分割記銘により計算量を抑えた逆想起を用いた MAM が述べられている。分割記銘の導入により、空間計算量を  $O(n^2)$  から  $O(n^{1.5})$  まで削減できることが示されている。実験により、分割記銘の導入による想起率への影響も示されている。

第 6 章は結論であり、本論文の貢献がまとめられていると共に、今後の展望が示されている。

## 学位論文審査の結果の要旨

本論文に関し、調査委員から、記銘パターンから独立した核パターンの本質的な解釈や、提案手法と他の連想記憶モデルとの関連等について質問がなされたが、いずれも著者から満足な回答が得られた。

また、公聴会では、学内外より 15 名の出席者があり、パターンの記銘に必要な計算量やハードウェア化の効果等、多数の質問がなされたが、いずれも著者の明快な説明により質問者の理解が得られた。

以上により、論文調査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文が、博士（工学）の学位に十分値するものであると判断した。